

# EVALUASI SISTEM PERLINDUNGAN PADA BTS (*BASE TRANSCIEVER STATION*) ARENA REMAJA PONTIANAK PT.INDOSAT TERHADAP SAMBARAN PETIR

Joninton  
D 01109041

Program Studi Teknik elektro Jurusan Teknik elektro  
Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Pontianak  
Email : joninton23@gmail.com

## Abstract

*This study discusses about external and internal protection at BTS Arena Remaja Pontianak PT.Indosat. External protection was analyzed with Rolling Sphere Method and BTS's height is 40 meters. The efficiency of BTS Arena Remaja is 0,93 with protection level II and the radius of rolling sphere is 30 meters so it could be said that the protection chamber such as shelter and generator room are safe from direct lightning. Furthermore, the grounding resistance number from that measurements is around 0,02-0,07 ohm.*

*At internal protection known that overvoltage will be occurs with peak currents in Kalimantan Barat, determined base on the average of peak currents in the earth, as non ideal value is 36,16 kA which can damage the equipment in protection chamber through the electric power line and signal line (coaxial cable). More voltage in the electrical transmission is 7753,78 kV and in the signal (coaxial cable) minimum 0.07764 kV and maximum 0.07909 kV with the fault of current is 36.16 kA. That voltage will continue flowing to the equipment, so there should be some equipment protection. For an alternative, mounting arresters can be done in stages according to the characteristics.*

**Keyword : Eksternal Protection, Internal Protection, Rolling Sphere Method**

## 1. Pendahuluan

Perkembangan telekomunikasi semakin meningkat setiap tahunnya, begitu juga perlindungan pada BTS (*Base Transceiver Station*) yang merupakan unsur penting dalam telekomunikasi. BTS adalah sebagai interkoneksi antara infrastruktur sistem seluler dengan *Mobile Station* atau yang disebut dengan *Handphone*. BTS di GSM (*Global System For Mobile*) terkenal sebagai perangkat yang terdiri dari perangkat pemancar dan penerima radio, antena dan sebuah perangkat pengolah sinyal radio lainnya.

Penangkal petir merupakan salah satu perangkat yang ada pada BTS, dan berfungsi sebagai pengamanan terhadap sambaran petir langsung maupun tidak langsung. Sambaran petir merupakan salah satu gejala alam yang sangat berbahaya bagi jaringan telekomunikasi, oleh sebab itu jaringan telekomunikasi harus memiliki sistem perlindungan yang baik terhadap sambaran petir. BTS Arena Remaja membutuhkan perlindungan yang baik,

Maka pada penelitian tugas akhir ini akan membahas kelayakan sistem perlindungan yang ada pada BTS Arena Remaja Pontianak PT. Indosat terhadap sambaran petir. Untuk mendukung penelitian ini, maka peneliti menggunakan Metode Bola Bergulir (*Rolling Sphere Method*) dalam menganalisa sistem proteksi eksternal dan mengevaluasi sistem proteksi internalnya.

## 2. Tinjauan Pustaka

### 2.1 Mekanisme Terjadinya Petir

Petir adalah gejala alam yang berhubungan dengan peluahan muatan dari awan ke bumi, antara awan, antara pusat pusat muatan di awan yang terjadi dalam waktu singkat dan dalam jumlah yang sangat besar. Ditinjau dari jumlahnya, peluahan muatan dari awan ke bumi hanyalah 25% dari jumlah peluahan secara keseluruhan. Meskipun demikian, peluahan seperti ini sudah cukup banyak mengakibatkan kerusakan dan gangguan pada benda-benda di permukaan bumi, baik yang tersambar langsung maupun yang terkena induksinya bahkan tak jarang merenggut korban jiwa.

### 2.2 Penentuan Tingkat Proteksi Berdasarkan SNI 03-7015-2004

#### 2.2.1 Menghitung kerapatan sambaran petir ke tanah rata-rata tahunan ( $N_g$ )

Densitas sambaran petir ke tanah ( $N_g$ ) dinyatakan dalam sambaran petir ketanah per kilometer per segi per tahun dan dapat dihitung dengan persamaan:

$$N_g = 0,04 \times T_d^{1,25} / \text{km}^2 / \text{tahun} \dots \dots \dots 1$$

Di mana :

$T_d$  = Hari guruh rata-rata pertahun yang diperoleh dari data *isokeraunic level* di daerah tempat struktur yang akan diproteksi yang dikeluarkan oleh Badan Meteorologi dan Geofisika (BMG).

### 2.2.2 Menghitung area cakupan ekivalen ( $A_e$ )

Area cakupan ekivalen adalah area permukaan tanah yang dianggap sebagai bangunan gedung yang mempunyai frekuensi sambaran petir langsung tahunan dan dapat di hitung dengan persamaan :

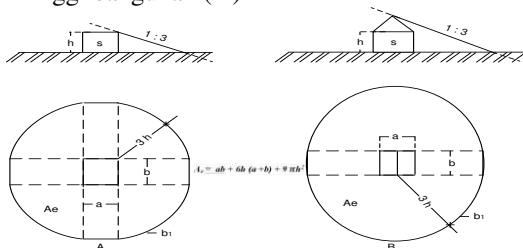
$$A_e = ab + 6h(a + b) + 9\pi h^2 \dots\dots\dots 2$$

Di mana

a = Panjang bangunan (m)

b = Lebar bangunan (m)

h = Tinggi bangunan (m)



Gambar 1: Area cakupan ekivalen sebuah bangunan gedung di daerah datar.

### 2.2.3 Menghitung frekuensi sambaran petir langsung setempat ( $N_d$ )

Untuk frekuensi rata-rata tahunan sambaran petir langsung ( $N_d$ ) ke bangunan gedung dapat dihitung dengan persamaan :

$$N_d = N_g \times A_e \times 10^{-6} / \text{tahun} \dots\dots\dots 3$$

Di mana

$N_g$  = Kerapatan sambaran petir ketanah (sambaran/km<sup>2</sup>/tahun)

$A_e$  = Area cakupan ekivalen dari bangunan gedung (m<sup>2</sup>)

Setelah semua telah di ketahui yaitu Hari guruh rata-rata pertahun ( $T_d$ ), kerapatan sambaran petir ke tanah rata-rata tahunan ( $N_g$ ), Area cakupan ekivalen ( $A_e$ ), dan frekuensi sambaran petir langsung setempat ( $N_d$ ), maka pengambilan keputusan perlu atau tidaknya memasang system proteksi petir pada bangunan berdasarkan persamaan di atas dilakukan sebagai berikut :

- a. Jika  $N_d \leq N_c$  tidak perlu sistem proteksi
- b. Jika  $N_d > N_c$  diperlukan perlukan sistem proteksi petir dengan efisiensi :  
 $E = 1 - N_c / N_d$

### 2.3 Perlindungan Dengan Metode Bola Bergulir (*Rolling Sphere Method*)

Metode bola bergulir lebih baik jika digunakan pada bangunan yang bentuknya rumit. Dengan metode ini seolah-olah ada suatu bola dengan radius R yang

bergulir diatas tanah. Titik sentuh bola bergulir pada struktur adalah titik yang disambar petir dan pada titik tersebut harus diproteksi oleh konduktor terminasi udara (*air terminal*).

Tingkat perlindungan	h(m)	20	30	45	60
	RM	$\alpha(^{\circ})$	$\alpha(^{\circ})$	$\alpha(^{\circ})$	$\alpha(^{\circ})$
I	20	25	-	-	-
II	30	35	25	-	-
III	45	45	35	25	-
IV	60	55	45	35	45

Tabel 1 Tingkat Perlindungan Terminal Udara (hanya menggunakan Metode Bola Bergulir dan Metode Jala dalam kasus ini.

### 2.4 Proteksi Internal

Saluran tranmisi peralatan elektronik umumnya mempergunakan kabel koaksial dimana pada kabel tersebut terjadi tegangan lebih akibat sambaran petir tidak langsung. Untuk tegangan lebih pada kabel koaksial dapat dihitung dengan persamaan :

$$V_{lbh} = (r_k \cdot i_{koak}) l \text{ (kV)} \dots\dots\dots 4$$

Dimana :

$r_k$  = Kopling resistansi (ohm/m)

$i_{koak}$  = Arus petir yang mengalir pada kabel koaksial (kA)

$l$  = panjang kabel koaksial (m)

Untuk menghitung nilai tahanan kopling digunakan persamaan :

$$r_k = 0,083 \sqrt{f} \left[ \frac{1}{d} + \frac{1}{D} \right] (\Omega/m) \dots\dots\dots 5$$

Dimana :

d = Diameter dalam kabel koaksial (m)

D = Diameter luar kabel koaksial (m)

f = Frekuensi (Hz)

Untuk arus petir yang mengalir melalui kabel koaksial tersebut didistribusikan melalui impedansi total antara kabel koaksial, menara dan *down conductor*. Dengan rumus sergeant yang menggunakan pendekatan model menara transmisi maka impedansi menara antenna BTS ( $Z_t$ ) dapat dihitung dengan persamaan :

$$Z_t = 30 \ln \frac{2(ht^2 + rt^2)}{rt^2} \dots\dots\dots 6$$

Dimana :

$r_t$  = jari-jari ekivalen kaki menara (m)

$h_t$  = tinggi menara antenna (m)

Jari-jari ekivalen kaki menara  $r_t$  dapat dihitung menggunakan rumus Anderson dan hangenguth :

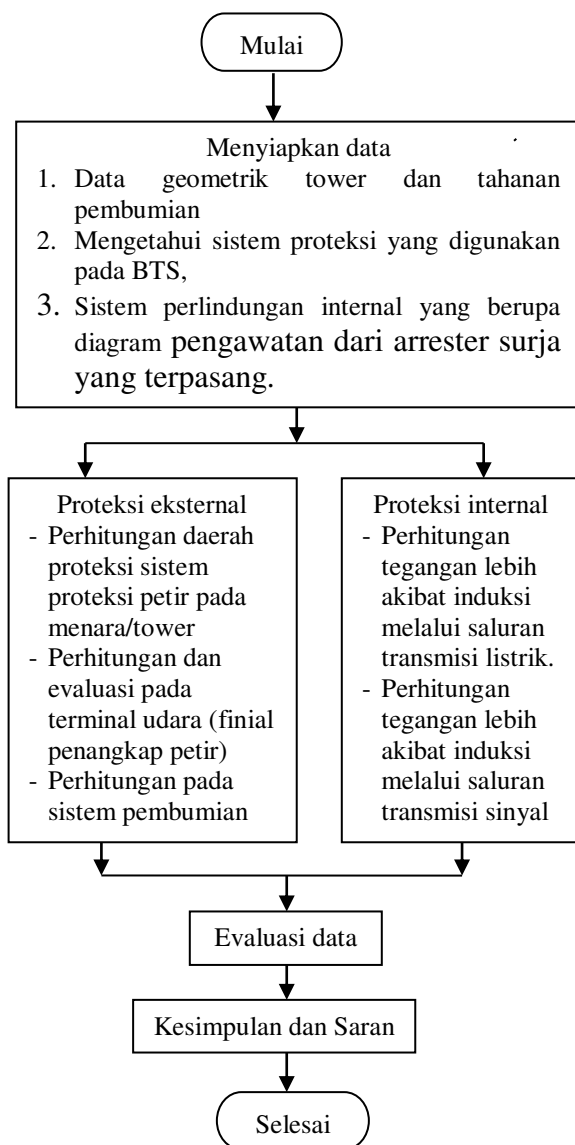
$$\ln r_t = \frac{h_o}{h_t(x_b-x_u)} x_b (\ln x_b - 0,87) - x_u (\ln x_u - 0,87) + \frac{h_t - h_o}{h_t} \ln(1,14 \cdot x_u) \dots \dots \dots 7$$

Dimana:

- $h_t$  = tinggi total menara (m)
- $h_o$  = tinggi menara yang tidak meruncing (m)
- $x_b$  = lebar kaki menara (m)
- $x_u$  = lebar atas menara (m)

### 3. Metode Penelitian Dan Sistem Pengumpulan Data Pada BTS Arena Remaja Pontianak Pt. Indosat

Diagram Alir Penelitian



## 4. Pengolahan Data Dan Analisis Hasil

### 4.1 Data existing Pada Bts Arena Remaja

Nama Bangunan	Tinggi Bangunan (m)	Panjang Bangunan (m)	Lebar Bangunan (m)
Menara	40	3.60	3.60
Ruang Shelter	2,97	6.75	3.00
Ruang Genset	2,75	5.75	3.10

Tabel 2 Konfigurasi Bangunan (Menara Dan Gedung)

### 4.2 Pententuan Kebutuhan Bangunan Akan Proteksi Petir Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI 03-0715-2004)

- Menghitung kerapatan sambaran petir ke tanah rata-rata tahunan ( $N_g$ )  
Untuk menentukan Kerapatan Sambaran Petir Ke Tanah ( $N_g$ ) dapat menggunakan persamaan lyaitu :

$$N_g = 0,04 \times T_d^{1,25} / \text{km}^2 / \text{tahun}$$

$$N_g = 0,04 \times 219^{1,25}$$

$$N_g = 33,6988 / \text{km}^2 / \text{tahun}$$

Di mana

$T_d$  = Hari guruh rata-rata pertahun

- Menghitung area cakupan ekivalen ( $A_e$ )  
Area cakupan ekivalen ( $A_e$ ) dapat dihitung dengan persamaan 2yaitu :

$$A_e = ab + 6h(a+b) + 9\pi h^2$$

$$A_e = (3,6 \times 3,6) + 6 \times 40 (3,6 + 3,6) + 9 \times 3,14 \times 40^2$$

$$A_e = 46.956,96 \text{ m}^2$$

Di mana

$a$  = Panjang bangunan (m)

$b$  = Lebar bangunan (m)

$h$  = Tinggi bangunan (m)

- Menghitung frekuensi sambaran petir langsung setempat ( $N_d$ )

Sedangkan untuk menghitung frekuensi sambaran petir langsung setempat ( $N_d$ ) yang diperkirakan pada BTS Arena Remaja dengan persamaan 3yaitu :

$$N_d = N_g \times A_e \cdot 10^{-6} / \text{tahun}$$

$$N_d = 33,6988 \times 46.956,96 \times 10^{-6} / \text{tahun}$$

$$N_d = 1,58 \text{ sambaran petir per tahun}$$

Di mana

$N_g$  = Kerapatan sambaran petir ketanah (sambaran/km<sup>2</sup>/tahun)

$A_e$  = Area cakupan ekivalen dari bangunan gedung (m<sup>2</sup>)

- Menentukan efisiensi SPP pada menara BTS

Selanjutnya menentukan tingkat proteksi pada bangunan berdasarkan perhitungan  $N_d$  dan  $N_c$ . dapat dilakukan sebagai berikut

- Jika  $N_d \leq N_c$  tidak perlu sistem proteksi petir
- Jika  $N_d > N_c$  diperlukan sistem proteksi petir

Di mana frekuensi sambaran petir tahunan setempat yang diperbolehkan ( $N_c$ ) adalah  $10^{-1}$ .

Maka dapat diketahui bahwa nilai  $N_d > N_c$  dan nilai efisiensinya adalah:

$$E = 1 - N_c / N_d$$

$$E = 1 - 10^{-1} / 1,58$$

$$E = 1 - 0,063$$

$$E = 0,93$$

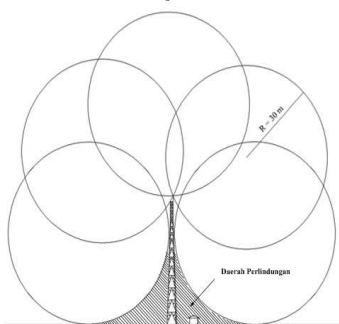
Berdasarkan table 3 di bawah ini, bahwa untuk nilai efisiensi 0,93 masuk kedalam gelombang tingkat proteksi level II

Tabel 3 :Efisiensi Sistem Proteksi Petir

Tingkat Proteksi	Efisiensi SPP
I	0,98
II	0,95
III	0,90
IV	0,80

#### 4.3 Konsep Metode Bola Bergulir (*Rolling Sphere Method*) Pada Perlindungan Eksternal

Level proteksi pada menara BTS Arena Remaja yaitu tingkat proteksi level II maka radius bola yang akan digunakan adalah 30 m yang dapat dilihat berdasarkan dari tabel 2.



Gambar 2: Daerah perlindungan menggunakan Metode Rolling Sphere pada menara BTS Arena Remaja

#### 4.4 Sistem Pembumian

Untuk mengetahui kalayakan sistem pembumian dapat dilakukan dengan menggunakan *Earth Tester meter*. Untuk besarnya tahanan sistem pembumian pada BTS Arena Remaja dapat diketahui melalui pengukuran yang telah dilakukan yaitu :

Resistansi kaki menara (satu) sebesar  $\pm 0.06$  Ohm

Resistansi kaki menara (dua) sebesar  $\pm 0.04$  Ohm

Resistansi kaki shelter (satu) sebesar  $\pm 0.04$  Ohm

Resistansi kaki shelter (dua) sebesar  $\pm 0.05$  Ohm

Resistansi bak kontrol (satu) sebesar  $\pm 0.02$  Ohm

Resistansi bak kontrol (dua) sebesar  $\pm 0.03$  Ohm

Resistansi pagar sebesar  $\pm 0.07$  Ohm

Berdasarkan hasil pengukuran yang terlihat pada gambar di atas bahwa untuk sistem pembumian pada BTS Arena Remaja sesungguhnya sangat baik hal ini terlihat bahwa dengan nilai resistansi rata-rata di bawah 1 Ohm dan hal ini sudah memenuhi syarat ketentuan yang berdasarkan PUIL 2000 PASAL 3.13.2.10 untuk resistansi pembumian total seluruh sistem tidak boleh lebih dari 5 Ohm.

#### 4.8 Analisa Perhitungan Pada Proteksi Internal

Dalam sistem komunikasi pada BTS digunakan kabel koaksial yang berfungsi untuk menghantar data ke peralatan pengelola sinyal. Dan untuk kabel koaksial yang digunakan yaitu : merek LUXS dengan diameter luar kabel yaitu  $2,39 \cdot 10^{-2}$  m, diameter dalam kabel  $0,75 \cdot 10^{-2}$  m dan panjang 40 m. dengan menggunakan pendekatan model menara transmisi maka impedansi menara BTS ( $Z_t$ ) dapat dihitung dengan persamaan 6 yaitu :

$$Z_t = 30 \ln \frac{2(40^2 + 1,536^2)}{1,536^2}$$

$$Z_t = 216,4204 \text{ Ohm}$$

Dan Jari-jari ekivalen kaki menara  $r_t$  dapat dihitung menggunakan persamaan 7 yaitu :

$$r_t(\text{BTS}) = 1,536 \text{ m}$$

Dengan data existing menara yaitu

Tinggi total menara ( $h_t$ ) = 40 m

Tinggi yang meruncing ( $h_o$ ) = 32 m

Lebar kaki menara ( $2x_b$ ) = 5 m

Lebar bagian atas menara ( $2x_u$ ) = 1,2 m

Impedansi kabel koaksial adalah = 50 Ohm

Banyaknya kabel koaksial = 19

maka impedansi total pada kabel koaksial = 2,631 Ohm

untuk impedansi total sistem penyalur petir = R terminal udara + R down conductor + R pembumian maka total impedansi sistem penyalur petir adalah mendekati 0,5 Ohm

Sehingga dapat diketahui total pembagian arus petir adalah

$$= \frac{1}{2,631} + \frac{1}{216,4204} + \frac{1}{0,5}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka} &= \frac{108,2102 + 1,3155 + 569,4022}{284,7011} \\ &= \frac{678,9279}{284,7011} \end{aligned}$$

Dan besarnya arus petir yang terdistribusi secara merata ke 19 kabel koaksial dengan besar arus petir 16,06 kA adalah

$$\begin{aligned} &= \frac{108,2102}{678,9279} \times 36,16 = 5,7633 \text{ kA} \\ \text{Maka } i_{koak} &= \frac{5,7633}{19} = 0,3033 \text{ kA} \end{aligned}$$

Untuk mengetahui tegangan lebih pada transmisi sinyal (kabel koaksial) terlebih dahulu mengetahui  $r_k$  (Kopling resistansi (Ohm/m) yaitu dengan persamaan 5:

$$r_k = 0,083 \sqrt{f} [1/d + 1/D] \text{ Ohm/m}$$

Dimana :

$$d = 7,5 \text{ mm} = 0,0075 \text{ m}$$

$$D = 23,9 \text{ mm} = 0,0239 \text{ m}$$

$$f = \text{Frekuensi (MHz)}$$

Untuk BTS Arena Remaja bekerja pada frekuensi 925 – 960 MHz . Maka diperoleh harga  $r_k$  untuk masing-masing frekuensi sebagai berikut :

$$r_k = 0,083 \sqrt{925} \left( \frac{1}{0,0075} + \frac{1}{0,0239} \right)$$

$$= 0,01441 \text{ Ohm/m}$$

Dengan perhitungan yang sama maka diperoleh harga  $r_k$  seperti diperlihatkan pada tabel 4.

Tabel 4 :Hasil Perhitungan Harga  $r_k$  Untuk Masing-Masing Frekuensi

Frekuensi (MHz)	Resistansi Kopling ( $r_k$ ) Ohm/m
925	0,01441
930	0,01444
935	0,01448
940	0,01452
945	0,01456
950	0,01460
955	0,01464
960	0,01468

Berdasarkan data-data yang diperoleh serta harga  $r_k$  yang sudah diketahui maka tegangan lebih pada kabel koaksial sudah dapat diketahui untuk berbagai frekuensi dengan persamaan 5 :

$$V_{lbb} = (r_k \cdot i_{koak}) l (\text{kV})$$

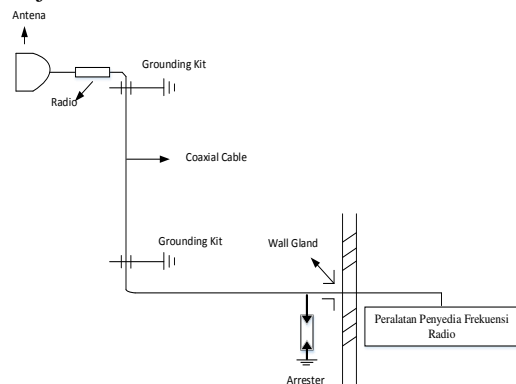
$$V_{lbb} = (0,01441 \times 0,3033) 40 (\text{kV})$$

$$= 0,17482 \text{ kV}$$

Tabel 5 : Hasil Perhitungan Tegangan Lebih Pada Kabel Koaksial Untuk Berbagai Frekuensi.

Frekuensi (MHz)	Tegangan Lebih (kV)
925	0,17482
930	0,17518
935	0,17567
940	0,17615
945	0,17664
950	0,17712
955	0,17761
960	0,17809

Berdasarkan tabel di atas tegangan sebesar minimal 0,17482kV dan maksimal 0,17809 kV ini akan mengalir pada peralatan elektronik melalui kabel koaksial. Dan tegangan ini dapat menimbulkan kerusakan pada peralatan sehingga perlu diberikan peralatan proteksi yang dapat memotong tegangan tersebut. Sesuai perhitungan yang telah dilakukan pada sub bab sebelumnya yaitu pada sub bab IV.4.2.1. Maka telah diketahui bahwa untuk sistem proteksi yang ada saat ini sudah cukup baik mengingat tegangan sebesar minimal 0,17482kV dan maksimal 0,17809 kV sudah dapat dipotong oleh arrester jenis OBBO V25-B+C/4.



Gambar 7 :Perlindungan Kabel Koaksial Dan Peralatan Elektronik Menggunakan Satu Buah Arrester

## 5. Kesimpulan

Dari hasil analisa dan perencanaan sistem proteksi pada BTS Arena Remaja Pontianak PT. Indosat, yang telah dilakukan pada penelitian ini, dapat disimpulkan :

1. Pada perhitungan dengan menggunakan Metode Bola Bergulir (*Rolling Sphere Method*) telah didapat bahwa BTS Arena Remaja mempunyai nilai efisiensi 0,93 sehingga untuk radius bolanya adalah 30 m dengan ketinggian menara BTS 40 m maka untuk bangunan pelindung di sekitar menara BTS tersebut dapat dikatakan aman dari sambaran petir langsung.
2. Tinggi terminasi udara pada BTS Arena Remaja yaitu 1,5 m, sehingga dapat dikatakan tidak baik, dikarenakan pada kriteria yang telah dibuat di dalam SNI 03-7015-2004,6.5.6 tentang pemilihan jenis sistem terminasi udara, di mana tinggi terminasi udara sebaiknya antara 2-3 m untuk mencegah frekuensi sambaran langsung.
3. Dengan mengamati dan mencari data *existing* pada konduktor penyalur yang terpasang pada BTS Arena Remaja maka penggunaan kawat BC 50 SQMM yang menggunakan bahan tembaga dengan luas penampang 50 mm<sup>2</sup> sudah memenuhi syarat minimum penggunaan pada konduktor penyalur berdasarkan ketentuan dari SNI 03-7015-2004.
4. Tahanan sistem pembumian pada BTS Arena Remaja sesungguhnya sangat baik yaitu berkisar dari 0.02 Ohm - 0.07 Ohm, hal ini terlihat bahwa dengan nilai resistansi rata-rata di bawah 1 Ohm dan hal ini sudah memenuhi syarat ketentuan yang berdasarkan PUIL 2000 PASAL 3.13.2.10 untuk resistansi pembumian total seluruh sistem tidak boleh lebih dari 5 Ohm.
5. Untuk sistem proteksi yang ada saat ini sudah cukup baik mengingat tegangan sebesar minimal 0,17482 kV dan maksimal 0,17809 kV sudah dapat dipotong oleh arrester jenis OBBO V25-B+C/4.

## Referensi

1. Heronimus. 2005, "*Studi Kelayakan Sistem Penangkap Petir Pada Rumah Sakit Santo Antonius Pontianak Dengan Menggunakan Metode Rolling Sphere*". Skripsi Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Pontianak.
2. Ismartono Balango. 2011, "*Evaluasi Sistem Perlindungan Terhadap petir Pada Manara Telekomunikasi PT.TELKOMSELPontianak*". Skripsi Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Pontianak.

3. Jongsar Situmorang. 2004, "*Sistem Proteksi Stasiun PT. TVRI (PERSERO) Pontianak Terhadap Tegangan Lebih Impuls Petir*". Skripsi Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Pontianak.
4. SNI 03-7015-2004. 2004, "*Sitem Proteksi Petir Pada Bangunan Gedung*" Badan Standarisasi Nasional.
5. SNI 04-0225-2000, "*Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000*" (PUIL 2000)
6. Soli Akbar Hutagaol. 2009, "*Studi Tentang Sistem Penangkal Petir Pada BTS ( Base Transceiver Station )*". Skripsi. Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sumatra Utara.
7. Widhya Putra P. 2009, "*Evaluasi sistem proteksi pada base transceiver sttion (BTS)*". Skripsi Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
8. Yakobus Omerus. 2005, "*Stadi Sistem Proteksi Tegangan Lebih Petir Pada BTS (Base Transceiver Station) Gunung Lugi PT.SATELINDO*". Skripsi Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Pontianak.

## Biografi

Joninton lahir di Dapan pada tanggal 08 Juni 1990. Anak ke-tiga dari Bapak Herkulanus Anga (Alm) dan Ibu Yuliana Taem. Penulis memulai pendidikan dasar di SD N 17 Dapan, Bengkayang dan lulus pada tahun 2002, kemudian melanjutkan pendidikan menengah di SLTP N 1 Ledo, Bengkayang dan lulus pada tahun 2005. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan menengah atas di SMK 1 Singkawang dan lulus pada tahun 2009. Penulis melanjutkan pendidikan keperguruan tinggi pada tahun 2009 di Universitas Tanjungpura, pada program Studi Teknik Elektro, jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura sampai pada tahun 2015 mendapatkan gelar Sarjana Teknik.

**HALAMAN PENGESAHAN**


**EVALUASI SISTEM PERLINDUNGAN PADA BTS (*BASE  
TRANSCIVER STATION*) ARENA REMAJA PONTIANAK  
PT.INDOSAT TERHADAP SAMBARAN PR TIR**

**JONINTON**  
**NIM D01109041**

Pontianak 22 januari 2016

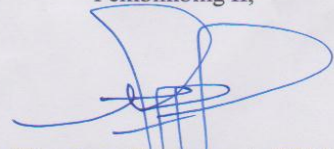
Menyetujui

Pembimbing I,



**Dr. H. Usman A. Gani, ST, MT**  
NIP. 19670616 199412 1 001

Pembimbing II,



**Managam Rajagukguk, ST, MT**  
NIP. 19721116 200003 1 001